



EESTI MAAÜLIKOOL
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Kadi Väli

**TAIMEPOPULATSIOONIDE TAASTAMISPRAKTIKA
EUROOPAS**

PLANT POPULATIONS RESTORATION PRACTICE IN EUROPE

Bakalaureusetöö
Keskkonnakaitse õppekava

Juhendaja: professor Tiiu Kull, PhD

Tartu 2017

Eesti Maaülikool		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Autor: Kadi Väli		Õppekava: Keskkonnakaitse	
Pealkiri: Taimepopulatsioonide taastamispraktika Euroopas			
Lehekülgi: 40	Jooniseid: 12	Tabeleid: 0	Lisasid: 1
Osakond: Põllumajandus ja keskkonnakaitse			
Uurimisvaldkond: T270			
Juhendaja(d): Tiiu Kull			
Kaitsmiskoht ja aasta: Tartu 2017			
<p>Taimepopulatsioonide taastamispraktikaga tegeleb taastamisökoloogia, mille eesmärgiks on taastada ja säilitada ökosüsteemide tasakaalu ning aidata kaasa muutmaks neid jätkusuutlikeks. Uurimistöö eesmärgiks on anda ülevaade Euroopa taimepopulatsioonide taastamisprojektidest, neis kasutatud võtetest ning analüüsida saadud tulemusi. Vajalike projektide leidmiseks viidi läbi otsing erinevates teaduskirjanduse andmebaasides, milleks olid ScienceDirect, Web of Science, EBSCO ja Wiley Online Library, lisaks sellele kasutati veel Google Scholar'i otsingumootorit. Töö käigus analüüsiti projektide olemust, nende eesmärgi ning seatud hüpoteese. Kokku on kirjeldatud kaheksat projekti, milles käsitletakse taastamist Euroopa riikides eri liikide põhjal. Nende tulemuslikkuse põhjal tehtud analüüs näitas, et enamjaolt olid projektid keskmiselt positiivsete tulemustega, kuna pea igas uuringus tuli ette negatiivseid ilminguid ning takistusi, millega algselt ei oldud arvestatud. Kõige paremate resultaatidega projektiks osutus kivi- ja pürenee tamme taastamine. Antud uurimistöö käsitles ja kirjeldas Euroopat hõlmavaid projekte. Jätkuuringute ning mahukama analüüsi tulemusena saaks sisse tuua ka mujal maailmas läbi viidavaid uuringuid, et veelgi enam tuua välja erinevaid taastamiseks kasutatavaid taastamisvõtteid ning käsitleda saadud tulemusi.</p>			
Märksõnad: taastamisprojektid, taimeliigid, taastamisökoloogia, Euroopa			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Kadi Väli		Specialty: Environmental protection	
Title: Plant populations restoration practice in Europe			
Pages: 40	Figures: 12	Tables: 0	Appendixes: 1
Department: Institute of Agricultural and Environmental Sciences Field of research: T270 Supervisors: Tiiu Kull Place and date: Tartu 2017			
<p>Restoration practice of plant populations is based on restoration ecology and aims to restore and maintain the balance of the ecosystem and contribute to make them sustainable. This study aims to give an overview of research papers that describe and analyse plant population restoration projects in Europe. Searches to find necessary projects were conducted in scientific literature databases, which were ScienceDirect, Web of Science, EBSCO and Wiley Online Library, in addition Google Scholar search engine was used. In the course of this work the essence of the projects, their objectives and set of hypothesis were analysed. In total, eight projects are described from different parts of Europe. Analysis of their performance showed that the results of most projects were averagely positive, because in almost every study there were negative effects and obstacles, which originally had not been taken into account. The project that turned out to have the best results was about Pyrenean and sessile oak restoration. This research discussed and described Europe-wide restoration projects of plant populations. The continuation of research and more intensive analysis would be provided by bringing in more studies carried out all over the world in order to further characterize wider variety of restoration methods.</p>			
Keywords: restoration project, plant species, Europe, restoration ecology			

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	5
1. TAIMEPOPULATSIOONIDE TAASTAMISE VAJADUS.....	7
2. MILLISTE LIIKIDE POPULATSIOONE JA KUS ON TAASTATUD.....	10
2.1. Maismaataimede taastamisprojektid	11
2.2. Märjalade taimede taastamisprojektid.....	15
2.3. Degradeerunud alade taimestiku taastamine	17
2.4. Invasiivsed taimed taastamisprojektides	18
3. METOODIKAD	20
3.1. Kasvukoha valik ja kasvukohatingimuste kohandamine.....	21
3.2. Toetavate liikide (nursing species) kasutamine.....	22
3.3. Seemnete valik ja külvamine.....	23
3.4. Noorte taimede istutamine	23
3.5. Täiskasvanud taimede istutamine.....	24
4. TULEMUSLIKKUS	26
4.1. Kasvukoha valik ja kasvukohatingimuste kohandamine.....	26
4.2. Toetavate liikide (nursing species) kasutamine.....	28
4.3. Seemnete valik ja külvamine.....	28
4.4. Noorte taimede istutamine	29
4.5. Täiskasvanud taimede istutamine.....	30
5. JÄRELDUSED JA SOOVITUSED	32
5.1. Vaadeldud projektide analüüs	32
KOKKUVÕTE.....	34
SUMMARY	38
KASUTATUD KIRJANDUS	35
LISAD	39
Lisa 1. Kaart taastamisprojektide asukohtadest	40

SISSEJUHATUS

Liigid, olgu need siis loomad või taimed, on põhiliseks komponendiks meie ökosüsteemides. Seega on väga oluline, et nende heaolu oleks tagatud, kuna saadav kasu kandub üle ka inimesele. Samas on just inimene see, kes põhjustab liikide väljasuremise. Olemasolevas uurimistöös on suunatud tähelepanu taimeliikidele, nende tähtsusele ja taastamisele Euroopas. Selle tegevusega tegeleb ökoloogiline taastamine, mis aitab ökosüsteeme muuta uuesti terviklikeks ja jätkusuutlikeks.

Käesolevas uurimistöös vaadeldakse lähemalt taimepopulatsioonide taasasustamist, mis on üks põhilisemaid meetodeid, kuidas liigi olukorda parandada ja levikut laiendada. Eesmärgiks oli leida ja tutvuda läbi viidud või viidavate projektidega Euroopas, anda neist ülevaade ja seejärel analüüsida projektide tulemusi. Uurimisülesanneteks saavutamaks püstitatud eesmärk on erinevate teadusartiklite põhjal kirjeldada taastamisprojekte ning teha järeldusi nende olukorrast peale projekti lõppemist ning võtete tõhususest.

Teadusartiklite leidmiseks viidi läbi otsing erinevates teaduskirjanduse andmebaasides. Põhilisteks olid ScienceDirect, Web of Science, Wiley Online Library ja EBSCO. Lisaks sellele kasutati otsingumootorit Google Scholar. Analüüsimiseks valiti artiklid, mis käsitlesid just Euroopat hõlmavaid projekte. Vajalike materjalide leidmiseks kasutatud märksõnadeks olid: species restoration in Europe, plant restorations, restoration projects, restoration ecology, endangered species restoration.

Töö esimeses osas antakse ülevaade taastamisökoloogia olemusest, aktuaalsusest ja liikide degradeerumise põhjustest. Teine osa koosneb erinevate Euroopa projektide analüüsist, mis liike ja kus täpsemalt on taastatud ning välja on toodud ka nende püstitatud eesmärgid/hüpoteesid. Kolmandas osas on kirjeldatud projektide metoodikaid, mille põhjal on nad üles ehitatud, mida ning mis viisil uuritud. Neljandas osas on kokkuvõtlikult käsitletud iga projekti saadud tulemusi. Viiendaks osaks on projektidest tulenevad järeldused ja lisaks veel soovitusel, kuidas analüüsitud projektide põhjal lähtudes saada paremaid

lõpptulemusi. Lisana on veel välja toodud Euroopa kaart, kus on ära märgitud kõikide projektide asukohad.

TÄNUAVALDUSED

Eelkõige sooviksin suuresti tänada oma toredat ja abivalmit juhendajat, Tiiu Kulli, kes igal võimalusel leidis aega ning tahet aidata oma soovitude ja asjakohase kriitikaga mind lõputöö koostamisel. Lisaks tänaksin kõiki teisi lähedasi inimesi, kes olid mulle toeks ja andsid motivatsiooni töö kirjutamise protsessis.

1. TAIMEPOPULATSIOONIDE TAASTAMISE VAJADUS

Praegu asetleidev kriis, kus maailma bioloogiline mitmekesisus on pidevas ohus, toob endaga kaasa liikide väljasuremise kiiruse kasvu. Populatsioonide hävimine, isolatsiooni ja killustatuse suurenemine on olulised negatiivsed ilmingud (Rogstad, Pelikan 2013). Ökosüsteemide tasakaalu taastamise ja säilitamisega tegelevaks teadusharuks on taastamisökoloogia. Keskendutakse peamiselt ohustatud liikidele ja nende elupaikadele, eriti juhtudel, mil populatsioon ei ole ise võimeline end taastootma (Restoration Ecology 2008).

Ökoloogilist taastamist nimetatakse protsessiks, mis abistab degradeerunud ning hävinud ökosüsteeme, muutes neid taas terviklikeks ning jätkusuutlikeks. Selliselt on mõiste sõnastanud tuntud organisatsioon *The Society for Ecological Restoration International* (SER). (Aradottir, Hagen 2013) Taastamisprojektide elluviimine aitab luua liikide kooslused, mis suudavad end ise majandada ning vältida elupaika ohustavaid protsesse (Lesica, Allendorf 1999).

Elupaikade degradeerumise peamiseks põhjuseks on läbi ajaloo olnud inimene (Lesica, Allendorf 1999). Ohud taimede arengule ning hävimisele on levinud üle maailma ning oletatakse, et inimene on väljasuremise looduslikku määra suurendanud ligi 100-1000 korda (Godefroid *et al.* 2011). 20. sajandi teisel poolel on bioloogiline mitmekesisus vähenenud rohkemal määral, kui seda on toimunud kogu eelneva inimkonna ajaloo jooksul, seda eelkõige inimtegevuste tagajärjel. Rahvastiku kiire kasv, majanduslikud ja kultuurilised faktorid ning ka muud otsesed või kaudsed mõjud põhjustavad saastet, elupaikade muutusi ja võõrliikide sissetungi – kõige selle tagajärjel on meie bioloogiline mitmekesisus vähenemas. (Aradottir, Hagen 2013) Olukorda võivad mõjutada ja suurendada samuti kliimamuutused, mis teadlaste arvates juba põhjustavad muutusi taimede jaotuses ja levikus, mis omakorda muudab olukorra ka hullemaks teistele liikidel, k. a. inimestele, kuna taimed on siiski maailma põhiliseks alustalaks, varustades meid toidu, peavarju ja muu eluks vajalikuga (The Extinction Crisis 2008).

Taastamispraktika keskendub „ökosüsteemi protsesside, tootlikuse ja teenuste reparaatsioonile, samal ajal kui taastamise eesmärgid hõlmavad ka olemasoleva biootilise terviklikkuse taasloomist liikide koosseisu ja koosluse struktuuri seisukohalt“ (Aradottir, Hagen 2013: 175). Sellist tegevust järgivad väga paljud läbi viidavad projektid, mis varieeruvad nii oma suuruse kui ka populatsiooni häiritavuse tasemest ning selle leevendamise vajadusest (Lesica, Allendorf 1999). Teadlastel võib olla kindel plaan ja eesmärk, mida teatud populatsiooni taastamiseks on vaja läbi viia, kuid alati leidub mitmesuguseid komplikatsioone. Näiteks paljud looduslikud ökosüsteemid vajavad taastumiseks ja arenemiseks väga pikka aega, võib kuluda kümneid kuni sadu aastaid, et taastada populatsiooni algne seisund. (Restoration Ecology 2008) Samas võivad protsessi takistada ka looduslikult esinevate struktuuride ja omaduste puudumine, näiteks kaduvad seemnepangad või piiratud levila (Godefroid *et al.* 2011). Taasasustamise käigus kasutatakse taimematerjal, mis antud piirkonda sisse viiakse, võib samuti põhjustada probleeme: (1) ümberasustatavad isendid ei pruugi kohastuda kohalike tingimustega, kuna on harjunud populatsiooni algsete konditsioonidega ning (2) nende mõju kohalikule taimestikule on ettearvamatu (Kull 2005).

Taimed on ühed olulisemad elusorganismid Maal - nad toodavad hapnikku, varustavad meid toiduga ning on aluseks paljudele meditsiinis kasutatavatele ravimitele. IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) on hinnanud pea 13 000 taimeliigi ohustatust (300 tuhandest) ning on välja toonud, et umbes 68% nende poolt uuritud taimeliikidest on väljasuremisohus. (The Extinction Crisis 2008) Põhiliseks liikide väljasuremise põhjustajaks peetakse elupaikade hävimist, mille peamiseks tekitajaks on inimene (Pimm, Raven 2000), kuid tihtipeale on järeldused väljasuremistele kohta vaid spekulatiivsed, umbkaudsed või põhinevad üksnes vähestel kindlatel vaatlustel. Üha enam tähelepanu on suunatud invasiivsete liikide levimisele, mis tekitab küsimuse, kas nendest vabanemine on oluliseks tegevuseks endeemiliste liikide säilitamise puhul – või hoopis vastupidi? (Gurevitch, Padilla 2004) Seega sellest tulenevalt võib väita, et ei leidu ühest vastust sellele, mis põhjustab liikide väljasuremist. Tegureid on mitmeid, kõik oleneb populatsiooni asukohast, suutlikkusest end kaitsta ning võimest tulla toime keskkonnamuutustega.

Peamisteks sihtkooslusteks või –liikideks kipuvad olema just Punase Raamatu taimed, mis näitab üsna selgelt, et uuringute läbiviijate ambitsioonikus ja edukuse saavutamine on väga

kõrge, kuna kõrgelt ohustatud liikide taastamine kipub olema liiga suureks katsumuseks. Selliste liikide puuduseks võib olla just see, et nad on nii laialdaselt ohustatud ja neile vajalikke keskkonnatingimusi suures osas ei teata, mistõttu nende taastamisel võib tekkida raskusi. (Bakker *et al.* 2000) Üha enam mainitakse ja tunnustatakse erinevates rahvusvahelistes lepingutes ja õigusaktides pärismaiseid liike, mis on ohustatud ja vajavad populatsioonide taastamist (Godefroid *et al.* 2011).

Raamistiku, mis tagab ökoloogilise taastamise eesmärgid, on välja toonud K. N. Suding (2011). Tema usub, et tulemuslikkuse saavutamiseks tuleb (1) juhendada kahjustatud ökosüsteemide taastamist; (2) taastada, et kompenseerida elupaikade kadumine; (3) taastada, et pakkuda ökosüsteemi teenuseid ning (4) tagada vastupidavus. Silmas tuleb pidada veel seda, et taimede kadu on vältimatu, mille põhjustajateks võivad olla näiteks piisava hoolduse puudumine, drenaaž, külmumine, valede taimede kasutamine uurimisalal ning samuti erinevad taimehaigused (Maintaining a restoration project 2001).

Taimeliikide säilitamine jaotatakse üldjoontes kaheks, *in situ* ja *ex situ* kaitse, millega määratakse ära, kas populatsiooni kaitstakse tema looduslikus esinemiskohas või väljaspool (Rogstad, Pelikan 2013). *In situ* kaitse protsessis on kaks lähenemisviisi - taime ennast kas kaitstakse võõrliikide eest või toimub sealse elupaiga korrashoid ning säilitamine. *Ex situ* kaitse läbiviimine on kompleksem ülesehitusega, kuna see võib sisaldada strateegiaid, mille raames luuakse liikide jaoks eraldi rajatisi (botaanikaaiad) või geeni, kudede, DNA ja õietolmu pankasid. (Mondal 2016)

2. MILLISTE LIIKIDE POPULATSIOONE JA KUS ON TAASTATUD

Leidub hulgaliselt projekte, kus on proovitud, kas edukalt või edutult, taastada kindlaid taimepopulatsioone ja need varieeruvad eelkõige asukoha, suuruse, taimeliigi või väljasuremist põhjustava faktori poolest. Tihtipeale ei pruugi eesmärgiks olla vaid ühe liigi taastamine, vaid kindel piirkond, näiteks metsad, niidud, pargid, märgalad *etc.* (Lesica, Allendorf 1999) Kõik nõuavad omajagu suurt pingutust ja järjepidevust, et jõuda lõpuks tulemuseni, kus liigi või koosluse jätkusuutlikkus on saavutatud. Taastamisprojektide läbiviimiseks ning edusammude saavutamiseks võib kuluda mitmekümneid aastaid ning sageli ei pruugi seegi olla piisav. (Restoration Ecology 2008)

Euroopas, nagu ka mujal maailmas, on suunatud tähelepanu sellele, et tagada kauakestev ja tõhus ökosüsteemide kaitse läbi bioloogilise mitmekesisuse säilitamise ning degradeerunud alade ja ökosüsteemide taastamise/rehabiliteerimise (Tolvanen, Aronson 2016). Kui uurida, milliseid taastamisi ja kus Euroopas on läbi viidud, siis leidub neid hulganisti, kuid suurem osa neist on keskendunud koosluste taastamisele, aga olemasoleva uurimistöö eesmärgiks on anda ülevaade just taimeliikide taastamistest.

Peale selle, et keskendutakse suuremate koosluste või ökosüsteemide taastamisele, on tehtud palju taastamisprojekte eraldi liikide jaoks. Eesmärgiks taastada liigi algne seisund ning muuta see uuesti jätkusuutlikuks. Leidub erinevaid taimeliike ning nad varieeruvad suures osas just selle poolest, millistes tingimustes nad kasvavad. Järgnevalt on välja toodud eraldi peatükkidena maismaataimede ja veeataimede taastamisprojektid, peale selle on näiteid toodud degradeerunud ala taimestiku taastamise kohta.

2.1. Maismaataimede taastamisprojektid

Väga suuremahuline ja tuntud projekt eesmärgiga taastada ohustatud liik viidi läbi Suurbritannias. Taimeks oli kaunis kuldking (*Cypripedium calceolus*) (Joonis 1), mis on Inglismaal leiduvatest taimedest üks kõige haruldasem liik ning turvalisuse tõttu on ta pideva jälgimise ning kaitse alla seatud. Projekti põhieesmärgiks oli tõsta paikkondade arvukust, kus kuldking suudaks läbi taastamise jätkusuutlikult eksisteerida. Selle saavutamiseks otsustasid nad kasutada seemne käsitsi külvamist ning noorte taimede istutamist loodusesse. Kuna seemikute tekkimine ja arenemine nõuab pikka aega, oli protsess väga pikaajaline ning nõudis pidevat jälgimist. (Ramsay, Stewart 1998)



Joonis 1. Kaunis kuldking. *Cypripedium calceolus* (Cypripedium calceolus 2002)

Maismaataime taastamisele suunitletud oli Šveitsis läbi viidud uuring. Aluseks võeti sealsetel aladel laialdaselt kasutatavad seemnesegud, mille üheks põhilisemaks komponendiks on kujunenud harilik käokann (*Lychnis flos-cuculi*) (Joonis 2). Peamiseks põhjuseks, miks projekt koostati, oli vähene arusaam ja teadlikkus, kuidas taoliste segude kasutamine võib mõjutada geneetilisi omadusi ning miks neid tihtipeale taastamispraktikasse ei kaasata. Vastuste saamiseks uuriti käokanni populatsiooni seemnete struktuuri, sugulusaretust ning geneetilist mitmekesisust. Väljavalitud alal oli ka varem läbi viidud taastamismeetmeid, näiteks selliste seemnesegude külvamist, mis ongi

spetsiaalselt mõeldud intensiivselt majandatavatele rohumaadele. Uuringu eesmärgiks oli leida, kas korduva seemnekasutuse tagajärjel võib külvatud populatsioonide geneetiline mitmekesisus olla madalam ja sugulusaretus omakorda kõrgem võrreldes piirkonnas varem eksisteerinud looduslike populatsioonidega. (Aavik *et al.* 2012)



Joonis 2. Harilik käokann. *Lychnis flos-cuculi* (Lehmuskallio s. a.)

Leidub juhuseid, mil koosluse taastamiseks on vaja esmalt saada lahti kindlast taimeliigiks, mis antud piirkonda ohustab ja kohalikud taimed välja tõrjub. Just sellist lähenemisviisi kasutati Suurbritannias läbi viidud projektis, kus probleemiks oli hariliku sinihelmika (*Molinia caerulea* L.) tungimine rabadesse, mis kujutas suurt ohtu ja takistas nende maade taastamist/säilitamist (Joonis 3.). Seega oli neil vaja strateegiat kontrollimaks selle liigi levikut ning taastamaks kanarbiku (*Calluna Salisb.*) liigi osakaalu neis piirkondades (Joonis 4). Eesmärkide saavutamiseks vaadeldi erinevaid mõjusid: (1) karjatamine – lammaste ja jäneste karjatamine versus karjatamise puudumine, (2) vähemalt kolm järjestikku niitmist esimesel hooajal, (3) valitud herbitsiidide kasutamine ning (4) *Calluna*

diaspooride lisamine kontrollimaks *Molinia* levikut ning raba taimestiku edasist arengut. Uuring viidi läbi Põhja- Yorkshire's, mis asub Inglismaa keskosas ja on suure *Molinia* liigi domineerivusega ala. (Milligan *et al.* 2004)



Joonis 3. Harilik sinihelmikas. *Molinia carulea* L (Cotterill *s. a.*)



Joonis 4. Kanarbik. *Calluna Salisb* (Haslam *s. a.*)

Viimase kümne ja rohkema aasta jooksul on üha enam hakatud läbi viima uuringuid, mis kirjeldavad ja sisendavad seda, et kahe erineva liigi vahelised koosmõjud võivad olla suureks abiks täiustamiseks ja parandamiseks taimede taastamist häiritud keskkondades (Brooker *et al.* 2008). Sellist meetodit prooviti Põhja - Hispaanias, eesmärgiga välja selgitada, kas pärismaised põõsaliigid, florida leetpõõsas (*Genista florida*) ja harilik luudpõõsas (*Cytisus scoparius*), olles nõ „hooldaja rollis“, suudavad parandada kivitamme (*Quercus petraea*) (Joonis 5) ja pürenee tamme (*Quercus pyrenaica*) (Joonis 6) liikide taastasustamist avatud söekaevandustes. Oma hüpoteesideks seadsid nad, et (1) põõsaste ja tarandike mõju kahe tamme liigi seemikutele on positiivne; (2) põõsad ja tarandikud on kasulikud ka seemikute kasvule; (3) tammetõrude idanemine ja järgnev seemikute ellujäämine on põõsaste ja maapinnale kinnitatud võrgu poolt positiivselt mõjutatud; ning (4) eri liikide vahel olevad mustrid uuritud parameetrites peaks olema leitavad liikide ökoloogiliste vajaduste põhjal. (Torroba-Balmori *et al.* 2015)



Joonis 5. Kivitamm. *Quercus petraea* (*Quercus petraea*... 2017)



Joonis 6. Pürenee tamm. *Quercus pyrenaica* (Brown 2012)

2.2. Märgalade taimede taastamisprojektid

Ökosüsteemidel on omad kindlad liigid, mis iseloomustavad seda ala ning aitavad mitmel erineval viisil kaasa seal kasvavate taimede arengule ja jätkusuutlikusele. Tuues näiteks turbaalad, mis hõlmavad ligi 3% maailma maastikust, siis neile aladele on iseloomulikuks turbasambla (*Sphagnum*) liigid. Kuna kõige suuremaks ohuks peetakse kuivendamist, on eelkõige Euroopas läbi viidud mitmeid taastamisprojekte, mis keskenduvad vihmavee säilitamisele turbarabade pinnasel, et turbasammal ja teised tüüpilised taimeliigid hakkaksid taas elujõuliselt kasvama. Taoline projekt hõlmas Kesk- Eestis asuvat Männikjärve raba ning Iirimaa sisemaal paiknevat Clara raba. Kaks ala said valitud just seetõttu, et nende mõlema piirkonna taimekooslused olid sarnased. Kõige külluslikuma kasvuga oli lillakas turbasammal (*Sphagnum magellanicum* Brid.) (Joonis 7), kuid esinesid ka pudeva turbasambla (*S. cuspidatum*), punase turbasambla (*S. rubellum*) ning pruuni turbasambla (*S. fuscum*) liike. Uuringu eesmärgiks oli välja selgitada, kui suurt rolli

mängivad liikide olemus, põhjavesi ning turbasambla tükikeste suurus nende liikide taastasustamisel rabadesse. (Robroek *et al.* 2009)



Joonis 7. Lillakas turbasammal. *Sphagnum magellanicum* Brid (Lüth 2004)

Skandinaavias, kus kliima võib kohati olla üsna karm ja ootamatu, ei teata kindlalt, kuidas see mõjub teatud taimedele ning nende taastamisele. Rootsis läbi viidud uuringu käigus hinnati nelja meetodit taastamaks meriheina liiki *Zostera marina* L. (Joonis 8). Kuna viimase 30 aasta jooksul on ligi 50% meriheina elupaikadest Rootsi rannikualadelt kadunud, tehti ettepanek taastamaks seda liiki ning leida meetodid, mis sobivad Skandinaavia tingimuste ja kliimaga. Põhieesmärgiks oli neid meetodeid võrrelda, hinnata ning teha kindlaks, kas meriheina on võimalik edukalt ümber istutada ühelt alalt teisele, mis erinevad üksteisest sügavuse ja ekspositsiooni poolest. Enne põhilist uuringut viidi läbi ka geneetika alusuuring, et hinnata seotust asukohtade vahel, kust taimematerjali toodi ning kuhu viidi. Seega teadlaste jaoks oli oluline teada saada, kas materjali päritolu ja morfoloogia mõjutavad taastamise edukust või hoopis merihein kui liik on võimeline kohanema uute kliimaatiliste tingimustega. (Eriander *et al.* 2016)



Joonis 8. Pikk merihein. *Zostera marina* L (Adams s. a.)

2.3. Degradērunud alade taimeistiku taastamine

Nii looduslikud kui inimtekkelised protsessid võivad põhjustavad degradērunud alade teket. Nende taastamiseks on mitmeid mooduseid: mehaaniline lähenemine, mis rakendatakse kõrgelt degradērunud alade puhul, bioloogiline lähenemine, veel ka mulla omaduste täiustamine tootlikuse tõstmiseks, metsastamine ning pidevalt muutuva põllumajanduse edendamine. (Mishra *et al.* 2014)

Taolise lähenemisviisi ja piirkonnaga projekt viidi läbi Kagu-Euroopas, Ida- Serbias, kus uuriti lõuna- põdrakanepi (*Epilobium dodonaei* Vill.) potentsiaali kasvamaks metalli kaevandusjäätmel (Joonis 9). Hüpoteesiks seati, et *E. dodonaei* on võimeline kasvama sellistes tingimustes, samal ajal olles võimeline puhastama saastunud keskkonda lendlevatest metalliosakestest. Eesmärkideks oli tuvastada aheraine füüsikalise-keemilised omadused, fütotaastuse potentsiaali määramine, hinnata liigi antioksideerivat vastust kogu protsessile ning hinnata metalli ja mittemetalli tekitatud oksüdatiivset stressi. Uurimus oli väga põhjalik ning orienteerus sellele, et välja selgitada, kuidas kaevandusjäätmel kasvavad taimed reageerivad ainevahetusstressile ning milliseid tingimusi tuleks säilitada. Selline lähenemisviis peaks nende arvamuse kohaselt looma taimede selektsiooniks praktilisi toiminguid, mis seoksid omavahel ökoloogilist taastamist kui ka looduskaitset. (Randelovic *et al.* 2016)



Joonis 9. Lõuna-põdrakanep. *Epilobium dodonaei* Vill (Bäumler 2007)

2.4. Invasiivsed taimed taastamisprojektides

Mitmed uuringud on näidanud, et pärismaiste ja invasiivsete liikide vahel toimuvad vastastikused mõjutused, mis lisaks koosluste ümberkorraldamisele võivad põhjustada ka laialdasi evolutsioonilisi muutusi (Rodriguez 2006). Invasiivsete liikide levik kujutab endas ohtu, kuna nad tõrjuvad välja teised piirkonnale vajalikud taimeliigid, ohustades ka haruldaste liikide püsivust ja ellujäämist (D'Antonio, Chambers 2006). Samas võivad nad olla heaks mooduseks parandamaks piirkonna pinnase ja taimestiku omadusi. Järgnevalt on näide Euroopas läbi viidud projektist, kus kasutatakse ja vaadeldakse invasiivse taimeliigi mõjutusi kohalikule loodusele.

Võõramaist liiki hõlmav projekt viidi läbi Kreekas, milles käsitletakse sealsele piirkonnale omase invasiivse liigi, hariliku robiinia (*Robinia pseudoacacia* L.) väärtuslikkust ja olulisust taastamiseks degradeerunud põllumaid. *R. pseudoacacia* (Joonis 10) oli üks esimesi invasiivseid liike, mida Kreekas kasutati loomaks uusi metsi. Kuna on tehtud mitmeid uuringuid, milles seda liiki eri otstarbel kasutati, ei leidu piisavalt informatsiooni, kuidas pinnase omadused on peale liigi kasutust muutunud. Projekti eesmärkideks oli hinnata

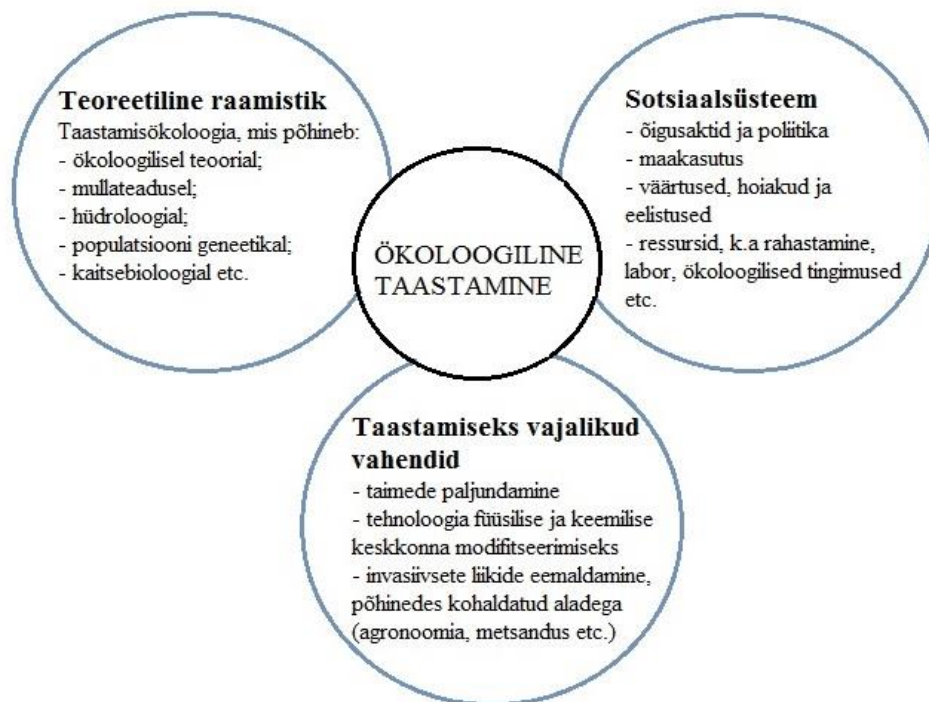
hariliku robiinia mõju taastatud põllumajandusmaade mulla orgaanilisele süsinikule ja viljakusele, teiseks võrrelda kolme maakasutusega ala (nisu- ja odrapõllud, kohalikele segametsadele omase taimestikuga alad ning vanad vähenenud põllumajandusmaad, mis 20 aastat tagasi taastati kasutades harilikku robiiniat) orgaanilise aine sisaldust, mulla keemilisi omadusi ja toitainete rohkust. Hüpoteesiks seati, et 20 aasta tagused taastatud *R. pseudoacacia* liiki hõlmavad degradeerunud põllumaade omadused (kõrgem orgaanilise aine sisaldus, paremad mulla keemilised omadused ja toitainete kättesaadavus) on paremad kui kohalikes segametsades, mis uurimispiirkonnas paiknevad. (Papaioannou *et al.* 2016)



Joonis 10. Harilik robiinia. *Robinia pseudoacacia* (Lauber 2012)

3. METOODIKAD

Populatsiooni taastamisel võetakse arvesse erinevaid näitajaid, näiteks ajalugu, maastikuökoloogia, pärinevus, kuid pööratakse oluliselt tähelepanu ka sellistele aspektidele nagu populatsiooni geneetika, hüdroloogia ja mullastik (Aradottir, Hagen 2013). Selleks, et saada edukaid tulemusi, on vaja kindlaid omavahel integreeritud lähenemisviise (Hagen 2003). Taolised näitajad on kokku pannud ja välja toonud Hagen (2003) ning koostöös Asa L. Aradottir'iga täiendasid ning modifitseerisid nad seda aga veelgi ühises artiklis „Chapter three – Ecological restoration: approaches and impacts on vegetation, soils and society“ (2013). Joonisel 1 on näha uuem ning täiustatud versioon, kus on välja toodud olulised aspektid viimaks läbi edukat taastamisprojekti.



Joonis 11. Olulised võtmevaldkonnad saavutamaks edu ökoloogilises taastamises (Aradottir, Hagen 2013)

Joonisel kirjeldatud aspektid on väga olulised saamaks teada ja uurimaks koosluse või liigi ajaloo kohta kindlas piirkonnas. Tuleb läbi viia mitmed uuringud mullastiku, veestiku, geneetika ja muude bioloogiliste faktorite kohta. Uurida kindla ala maakasutuse, väärtuste ning ka seaduste kohta, mis panevad paika, mida ja kuidas seal on lubatud läbi viia. Vast suurimaks punktiks, enne projekti läbi viimist, on ressurside olemaolu. Peab olema kindel tugipunkt, mille abiga saavad teadlased ja spetsialistid uuringuid läbi viia.

3.1. Kasvukoha valik ja kasvukohatingimuste kohandamine

R. pseudoacacia liigi 20 aasta taguse taastamise puhul koostati järeluuringud mulla omadustele. Selleks, et esmalt saaks hakata läbi viima uuringuid, valiti sobilik piirkond, kus esineksid kõik kolm maakasutustüüpi, mida projekti raames kõrvutatakse ja omavahel võrreldakse. Seega sai välja valitud Gomati Põhja-Kreekas. Esmalt viidi läbi valimiprotseduur, mis pidi hõlmama kõigi kolme maakasutustüübi tingimusi. Igal alal valitud punktidest võeti mullaproovid ning lisainformatiooni saamiseks mõõdeti veel hariliku robiinia toitainesisaldust, milleks viidi läbi lehekudede analüüs. Kogu vajaliku informatsiooni töötlemiseks ja hindamiseks teostati statistiline analüüs, mis lõpptulemusena andis ülevaate sellest, kas taastatud ala on paremate omadustega kui teised projektis käsitletud maakasutustüübid. (Papaioannou *et al.* 2016)

Kasvukohatingimustele suunitletud oli *Calluna* liigi arengut soodustada püüdnud projekt, rakendades meetmeid *Molinia* eemaldamiseks rabakooslusest. Esimese meetodi (karjatamise surve) jaoks viidi igas ploki läbi kaks peamist karjatamise režiimi – lammaste karjatamist, mis kujutab endast kontrollimata ja vaba karjatamist, teadmata sealset küülikute osakaalu/mõju, ning vähendatud ja kontrollitud karjatamine, kus lammaste ja küülikute karjatamist piiravad tarastatud aedikud. Teise meetodi puhul viidi valitud maatükkidel läbi neli niitmise režiimi – niitmata, niidetud ühe, niidetud kaks ja niidetud kolm kord. Kolmandaks kasutati herbitsiidi, mis sai valitud just seetõttu, kuna sellel oli potentsiaali kontrollimaks sinihelmika kooslusi samal ajal jättes kanarbiku puutumata. Neljandaks meetodiks oli *Calluna* diaspooride lisamine proovitükkidele, et soodustada ja hinnata liigi arengut. Taimestikku hinnati aga visuaalselt esmalt niitmise järel, siis peale tara püstitamist ning lisaks neile järgneval kahel aastal. Kolme esimese

meetme eesmärgiks oli vähendada *Molina* levikut ja neljas oli suunatud *Calluna* taastamisele. Lisaks registreeriti ja hinnati veel mitmeid erinevaid taimkatte välimuslikke muutujaid, milleks olid lage maapind (taimkatteta), taimkatte kõrgus ning kulu paksus. (Milligan *et al.* 2004)

Serbias Bor'i kaevandusjäätmete alal läbi viidud uuringus, mis keskendus *E. dodonaei* istutamisele piirkonda viidi esmalt läbi mulla ja taimestiku analüüs, mille raames võeti 2014. aastal Bor'ist ja võrdluspaigast, mis asusid üksteisest 15 km kaugusel, mulla ja pinnase näidud, mille tulemusena hakati koostama füüsikalis-keemilise ja element- ning biokeemilist analüüsi. Lisaks viidi läbi pinnase ja mulla sõelumine ning määrati pH tase. Vajalike tulemuste saavutamiseks oli vaja mõõta kaevanduse pinnases, mullas ja taimematerjalis olevate elementide esinemine ja kogus. Kõik mõõtmised viidi läbi kolm korda. Peale selle tehti kindlaks ka taimedes sisalduvate vabade kui ka seotud fenoolide kogused ning lehtede ja juurte antioksidantsed omadused. Kõik need mõõtmised olid vajalikud, et saadud tulemuste põhjal võrrelda neid kahte eri piirkonda ning leida, milliseid tingimusi antud liik taastamiseks kaevandusjäätmel vajab. (Randelovic *et al.* 2016)

3.2. Toetavate liikide (nursing species) kasutamine

Uuringus Põhja-Hispaanias, kus *Q. pyrenaica* and *Q. petraea* liikide taastamiseks kasutati toetavaid 2-2,5 m kõrguseid antud alale tüüpilisi looduslikke põõsaliike *C. scoparius* and *G. florida*, moodustati prooviruudud, kuhu istutati mõlemast tammeliigist 400 üheaastast seemikut. Pooltele nendest rakendati põõsaliikide kasutus ning teised istutati avatud pinnasele. Kontrollima mindi neid üks kuu peale istutamist, et hinnata nende edasist kasvu. Seemikuid jälgiti veel kahel järjestikusel aastal, et kontrollida võimalikke istutamisel tekkinud probleeme. Lisaks viidi veel läbi tammetõrusid hõlmav eksperiment, mille raames korjati lähedal asuvatest metsadest mõlema tammeliigi tõrusid, kokku istutati mõlemast liigist 940 tõru. Lisaks sooviti nende arengut hinnata looduslikus metsas, seega kujundati metsa võrguga kaitstud prooviruudud. Kuna 2012. aasta märtsis olid mõned maalapid loomade ja inimeste poolt mõjutatud ja muudetud, välistati need ja muudeti eksperimenti nii, et lõpp-kokkuvõttes saaksid nad siiski keskkonnamõjusid ja näriliste vastast kaitset analüüsida. Lõpetuseks peale läbi viidud eksperimente tehti kokkuvõtlik analüüs, kus

hinnati, mismoodi põõsad, tarandikud, istutatud taimed ja kulunud aeg mõjutasid seemikute ellujäävust ning kasvu. (Torroba-Balmori *et al.* 2015)

3.3. Seemnete valik ja külvamine

Ühes suurimas eelmise sajandi lõpupoolel läbi viidud projektis, kus prooviti taasasustada kauni kuldkinga populatsioone loodusesse, kasutati seemnete külvamise meetodit. Esmalt taheti tagada piisav seemnete kogus, seega viidi läbi käsitsi tolmeldamine, mille raames teatud hulk seemneid hajutati mööda proovitükki laiali. Lisaks kasvatati ja viidi läbi molekulaarseid uuringuid kohaliku päritolu taimede hulgas, et leida nende omavahelisi seoseid ning sarnasusi. Uuringu käigus taheti, et keskkonatingimused oleksid sarnased igale aastaajale, seega kohandati kaunis kuldking külmemasse kliimasse, et vältida seemnete nõ puhkeperioodi ja edendada idanemist. Külvatud seemnetest tekkinud seemikud sai edasiste eksperimentide jaoks istutatud eraldi potikestesse. (Ramsay, Stewart 1998)

Seemnete, täpsemalt siis seemnesegude kasutamist hõlmas hariliku käokanni (*Lychnis flos-cuculi*) taastamisprojekt. Esmalt, enne eksperimentide läbiviimist kaardistati uurimispiirkonnas kõik käokanni populatsioonide asukohad ning tuvastati, et antud liiki on eelnevalt külvatud kaheksale alale, kust see varem sobimatu elupaiga tingimuste tõttu puudus. Sealhulgas leiti veel 15 looduslikult kasvavat populatsiooni. Külvatud ja looduslikult kasvavate asurkondade põhjal tehti mitmesuguseid analüüse (nt geenide mitmekesisus, allelide rikkus) leidmaks erinevusi loodusliku ja külvatud taimede geneetilises ning ökoloogilises mitmekesisuses. (Aavik *et al.* 2012)

3.4. Noorte taimede istutamine

Väga levinud meetodiks on seemikute ehk seemnetest kasvatatud noorte taimede kasutamine erinevatel taastamisega seotud eksperimentidel. Kauni kuldkinga taastamisprojektis kasutati lisaks seemnetele ka seemikuid. Viidi läbi katse, kus esimesed

seemnetest tekkinud noored taimed esmalt istutati ümber potikestesse, mis olid täidetud kahe erineva kompostiga ning neile tagati vajalik niiskus ja temperatuuri tase, mis sarnanesid looduslikele tingimustele. Peale selle sai 12 suuremat seemikut istutatud ka loodusesse. Elujõulised ja ligi kolme aasta vanused istikud pandi mulda kahele maa-alale Põhja-Inglismaal ning rakendati pidev järelvalve analüüsima nende kasvu ja elujõulisust. (Ramsay, Stewart 1998)

Noorte taimede istutust hõlmas Rootsis läbi viidud projekt taastamaks pika meriheina (*Zostera marina* L.) liiki. Järgnevalt on kirjeldatud nelja kasutatud meetet. Esimese puhul võeti võrsete proove neljast eri elupaigast. Võrsetest eemaldatud lehtede proovid eraldati edasiseks DNA võtmiseks ning säilitamiseks. Teine meetoodika, mis jaotati kaheks, kujutas endast esiteks taimede ristamise eksperimenti, mis viidi läbi neljas elupaigas - avatud madalal, avatud sügaval, varjatud madalal ning varjatud sügaval alal, eesmärgiga hinnata kahe siirdamise meetodi (esiteks protseduur, kus rühm võrseid siirdati eelnevalt puutumata setetesse ning seejärel üksiku võrse meetod, milles võrsed istutati ilma seteteta) mõju kasutades vegetatiivseid võrseid, ning teiseks taheti hinnata eri sügavuste ja hüdrodünaamilise paljastuse abil päritolu mõju. Neljas proovitav meetoodika oli seemne meetod, mille puhul koguti eelpool nimetatud neljast alast reproduktiivsed võrsed. Lisaks sellele moodustati igale alale kolm kontroll-maalappi, kus seemned istutati loomulikul teel, et hinnata seemnete võimalikku looduslikku levikut. Viimases valimis korjati igalt maalapilt käsitsi 5 võrset ning viidi läbi morfoloogilised mõõtmised (lehtede pikkus ja laius, risoomi ja juure pikkus ning oksade arv). Kahe aasta möödudes käidi maalapid uuesti läbi, eesmärgiga hinnata istutatud meriheina katvust ja levikut igal alal. (Eriander *et al.* 2016)

3.5. Täiskasvanud taimede istutamine

Meetoodikat, mille raames kasutati täiskasvanud taimi (nende osi), rakendati Eestis ja Iirimaa turbasambla taastamise projektis. Esmalt viidi läbi eksperiment, kus kolme levinuma turbasambla liikide tükid istutati olemasoleva *S. magellanicum* taimestikku (nii kõrge kui madala veetasemega paikadesse). Lillakas turbasammal sai valitud just seetõttu, kuna sel on lai geograafiline jaotumine, üsna rohke elupaikade olemasolu ning tihtipeale

domineeriv just kahjustatud turbaaladel. Vajalikud tükid võeti lähedalasuvatest turbasammalde elupaikadest. Kuna uurimuse üheks eesmärgiks oli leida, kas ja millist rolli mängib liigi taastamisel siirdatud samblatükkide suurus, siis otsustati, et väljavalitud aladele istutatakse need kahes eri mõõtmes: üks suur (150 m²) ning neli väikest (37,5 m²). Peale selle toimingu läbimist mõõdeti igal kasvuperioodil *S. magellanicum* juurdekasvu. Lisaks taheti hinnata siirdatud taimede levikut, mille jaoks tehti iga aasta septembris digitaalne foto ning analüüsiti iga liigi levimust. Selleks, et määrata taimede ja mullastiku veetaset ning niiskust, võrreldi omavahel värskest pinnasest eemaldatud ja eelnevalt kuivatatud taimede kaalu, mille tulemusena saadi vajalikud andmed. Veetaseme kõrguse määramiseks viidi samuti läbi eksperiment, mille raames nii Eesti kui Iirimaa rabas kaevati kindla sügavusega augud, kus tehti vajalikud mõõtmised. (Robroek *et al.* 2009) Seega põhimeetodiks antud projektis kujunes kolme turbasambla liigi tükikeste lisamine väljavalitud aladele leidmaks vajalikud tingimused, mis viitaksid ja soodustaksid edukat taastamispraktikat kahjustatud turbaaladel.

4. TULEMUSLIKKUS

Hävinenud ökosüsteemide taastamine sõltub suuresti sellest, kas esialgne faktor, mis degradeerumise põhjustas, on suudetud eemaldada. Probleemiks võib olla aga see, et liik ei pruugi sellele koheselt positiivselt reageerida ning vaja läheb muud meetet taastamise hõlbustamiseks. (Hobbs, Norton 1996) Selleks, et teada saada, kas kindel taastamisprojekt on olnud edukas või mitte, tuleb esmalt uurida, milliseid ökosüsteemi omadustega seonduvaid meetmeid hinnati ja kasutati tagamaks edu populatiooni taastamisel (Ruiz-Jaen, Aide 2005). Eelnevalt mainitud projektide metoodikaid sai kirjeldatud, mille põhjal saab hakata analüüsima uuringute lõpptulemusi, kas need olid edukad või mitte.

Enamik projektidest olid siiski suuremas osas positiivsete tulemustega, kuid igas eksperimendis leidsid aspekte, mis ei kujunenud siiski nii tulemuslikuks, kui oodati. Järgnevalt on ära toodud kirjeldatud projektide kokkuvõtlikud tulemused ja saavutused.

4.1. Kasvukoha valik ja kasvukohatingimuste kohandamine

Uuring Kreekast, mis hõlmas hariliku robiiniat (*R. pseudoacacia*), oli teistest väheke erineva suunitlusega, kirjeldamaks juba läbi viidud taastamisprojekti. Uuringus avastati, et mulla keemilised omadused ja viljakus on tunduvalt paranenud ja suurenenud, võrreldes sel alal varem eksisteerinud degradeerunud põllumaadega. Lisaks mõõdeti lehtede toitainete sisaldust, mis oli piisavalt sobiv, et soodustada taimede kasvu ja toitvust. Võrdlusena kasutati ka kohalikke segametsasid ning leiti, et taastamise tulemuslikkus on olnud väga hea, mis kinnitab nende hüpoteesi: hariliku robiinia liigi taastamine halvenenud põllumajandusmaadel tagab paremad tulemused ja suurendab mulla orgaanilise aine ja keemiliste ühendite olemasolu rohkem kui seda teevad kohalikud segametsad. (Papaioannou *et al.* 2016)

Molinia ja *Calluna* liikide mõjutamiseks rabakoosluses rakendati mitut erinevat meetet, et jõuda seatud eesmärkideni. Kõige suuremat mõju *Molinia* levikule ja kasvule põhjustas lõikamine, just kolme järjestikuse lõike rakendamine. Selle tulemuseks oli vaba pinnase tekkimine, mis oli heaks nähtuseks ja tulemuseks, et *Calluna* liik saaks neis kohtades kasvama hakata. Väiksema tulemuslikkusega oli karjatamine. See ei mõjutanud suuresti sinihelmika liigi levimist, kuid positiivselt mõjutas see siiski üldist raba taimekooslust, põhjustades taimestiku mitmekesisustumist karjatatud aladel. Valitud herbitsiidi kasutamine andis veelgi vähem positiivseid tulemusi. Juurdekasv vähenes osades kohtades, kuid *Molinia* levikut see siiski otseselt ei mõjutanud. Väljalõigete lisamine ei taganud edukaid resultate *Calluna* taimede kasvuks, see-eest vähendas see siiski mingil määral sinihelmika liigi juurdekasvu kõrgust. Uuringu puudustena toodi välja liiga lühike ajaperiood arendamiseks rabade mitmekesisust ning vaja oleks läbi viia pikaajalisem uurimistöö hindamiseks kõige ökonoomilisemat ja kasulikumat meetet. Samuti leiti puudusena, et väga vähe teatakse, mis tagajärjed tekivad nende koosluste lõikamisel, ei teata selle mõju teistele piirkonna liikidele. Seega järeldusena võib öelda, et vaatamata nendele puudustele avastati siiski paar kasulikku meetet *Molinia* ja *Calluna* liikide mõjutamiseks neis kooslustes. (Milligan *et al.* 2004)

Lõuna-põdrakanepi projekti raames võeti proove nii kaevanduses kui ka võrdluspaigas olevast mullast, pinnasest, määrati pH taseme, taimedes olevate fenoolide kogused ja lehtede/ juurte antioksidantsed omadused. Tulemusteks saadi, et Bor kaevanduspiirkonnas on mulla lõimis jäme, kõrgemad pH tasemed, vähem orgaanilist ainet ja toitaineid ning arseeni ja vase kontsentratsioon kõrgem. Kuna antud liik säilitab oma juurtes suuresti vaske, pliid ja tsinki, siis potentsiaal puhastamiseks ümbritsevat metalli sisaldavat piirkonda on suur. Samuti on *E. dodonaei* võimeline tõstma fenoolide ja antioksidantide biosünteesi. Liigi edukas koloniseerimine Bor järskude nõlvadega kaevandusjäätmetele näitas, et ta on võimeline kontrollimaks erosiooni tööstusaladel, mis on kaetud kruusaga. Seega lõpptulemusena võib oletada, et läbi viidud eksperiment oli pigem positiivsete tulemustega ning seadis arusaama, et olemasolev liik on igati sobilik istutamaks kaevandusaladele. (Randelovic *et al.* 2016)

4.2. Toetavate liikide (nursing species) kasutamine

Quercus liikide taastamisel avatud söekaevanduses, kus kasutati seemikute kaitse eesmärgil kohalikke põõsaliike, saavutati positiivsed tulemused. Kui vaadelda seemikute vastupidavust, siis leiti, et taimede asetamine proovitükkidel põõsaste varju suurendas taimede püsivust võrreldes avatud aladega. Esimese aasta suveperioodil ligi pool istutatud seemikutest suri ning enamik neist asus siiski avatud proovitükkidel. Kuna järgmised hooajad olid oodatust kuivemad, leiti, et sellistel juhtudel ka põõsaste olemasolu siiski ei kaitse seemikuid kuivamise eest. Hüpoteesiks seati veel, et põõsastel ja tarandikel on seemikute kasvule soodne mõju, kuid positiivseid tulemusi ilmnes üksnes põõsaliikide olemasolu korral, tarandikud seda ei kinnitanud. Kõrgem taimede kasv on kindlasti tingitud ka valgusest, kus jällegi domineerivamateks proovitükkideks on need, kus paiknevad põõsad ning avatud pindadel on seemikud väiksemad. See kindel eksperiment näitas, et võttes arvesse kõiki tingmusi, siis *Q. pyrenaica* juurdekasv oli suurem võrreldes *Q. petraea* omaga, mis võis tuleneda sellest, et esimene nimetatud liik on paremini kohanenud veepuudusega. Tammetõrude asetamise meetodi puhul mulda, mille olulisemaks osaks oli võrkude paigutamine maapinnale, näitas, et võrkudega kaetud aladel oli tõrude esilekerkimine kõrgem kui seal, kus võrke pinnasel polnud. Positiivselt mõjus sellele ka põõsaste olemasolu, nagu seemikute puhulgi. Võib öelda, et tulemused olid vägagi positiivsed just põõsaliikidega varustatud proovitükkidel, kuid avatud pinnase kohta seda öelda ei saa. Seega toetavate taimede kasutamine mingi kindla liigi taastamisel mängib väga suurt rolli istikute ellujäävuse ja kasvu puhul. (Torroba-Balmori *et al.* 2015)

4.3. Seemnete valik ja külvamine

Kauni kuldkinga projekt Suurbritannias teostati juba eelneval sajandil, et taasasustada liik loodusesse. Selleks kasutati seemnete ja seemikute meetodeid. Kõigepealt rakendati esimene nimetatud meede. Ükski neist külvatud seemnetest, mis pärinesid küpsenud taime seemnekupardes, ei läinud idanema. See-eest idanemine leidis aset rohelistest kupardest (Linden 1980) pärit seemnete külvamise tulemusena. Taolist tehnikat kasutatakse eelkõige

aianduses orhidee hübriidide puhul. Idanemist oli märgata peale 9-12 kuud ning lisaks kulus 12 kuud sellele, et seemik hakkaks looma juurestikku. (Ramsay, Stewart 1998)

L. flos-cuculi liigi taastamismetoodika tulemusena, kus vaatluse all olid valitud seemnesegud, selgus, et külvatud käokanni populatsioon oli looduslikust kooslusest erineva geneetikaga, mis teadlaste arvates võis tuleneda laialdasest uurimisalast või seemnete tahtmatust edasikandumisest segusid tootvas firmas. Sugulusaretuse puhul leiti, et külvamise tagajärjel oli see ligi kolm korda suurem kui looduslikus, mis tähendab, et pikemas perspektiivis võib see taime arengut negatiivselt mõjutada. See-eest geneetiline mitmekesisus ja alleelide rikkus olid kahe populatsiooni puhul üsna sarnased. Järeldusteks toodi, et tulemuste analüüsil leitud erinevused kahes koosluses võisid tuleneda kaubanduslikult toodetud seemnete kasutuse tõttu. Selleks, et taastada populatsioone erineva geneetilise mitmekesisusega, tuleks seemned koguda mitmetelt ning suurematelt lähedal asuvatest taastatud aladelt. (Aavik *et al.* 2012)

4.4. Noorte taimede istutamine

Kauni kuldkinga taastamisprojekti eksperiment Põhja-Inglismaal, kus 1200 seemikut istutati erinevaid mullasegusid sisaldavatesse potikestesse, saadi tulemusteks, et ligi 80%-il arenesid lehed ning neist 750-el tekkisid pungad. Kompost, mis koosnes männikoortest ja lehekõdust, oli eriti efektiivne, kuna ühelgi seemiku pungadel ei esinenud pruunistumist. Lisaks istutati 12 suuremat seemikut ka loodusesse 1989. aasta sügisel ja 1990. aasta kevadel. Need, mis istutatud sügisel, olid elujõulisemad ning lehed tekkisid juba järgneval aastal, samal ajal kui pooled kevadel istutatutest seemikutest surid. Siiski, kõigest kahe seemiku edasine kasv jätkus jõudsasti. Kolme aasta vanuste istikute istutamise tagajärjel ületas ellujäävuse peale esimest aastat ligi 50%. Nende edasist arengut pidevalt jälgitakse ning analüüsitakse. Antud uuring on hea näide sellest, kui palju aega ja eksperimente nõuab suuremahuline taastamisprojekt. (Ramsay, Stewart 1998)

Meriheina (*Zostera marina* L.) liiki hõlmavas projektis oli põhiliseks taastamisvõtteks seemikute ja võrsete kasutamine. Uuringust selgus, et mõlemate meetodite rakendamine soodustab meriheina taasasustamist Skandinaaviale omases kliimas. Väga palju tähelepanu pööratigi just sealsetele põhjamaistele ilmastikutingimustele, mis võivad suurel määral

mõjutada taastamisel kasutatavate taimede ja seemnete idanemist, kasvu ja edasist arengut. Kliimast olenevalt on kasvuperiood lühem, võrreldes lõunamaiste riikidega, ning tulemustest selgus, et istutatud meriheina kasvukiirus oli siiski sarnane soodsamate ilmastikuoludega aladele, mis tähendab, et liik on olenemata raskematest tingimustest suuteline stabiilselt kasvama. Kliimaatilisi tingimusi ning tulemuslikkust said nad kõrvutada varasemalt *Z. marina* liiki hõlmanud projektidega. Meetodeid oli mitu ning analüüsi tulemusena leiti, et taimede ellujäävus ning kasv erinesid meetmete ning istutuskohdade puhul väga suurel määral. Vörsete kasutamise puhul osutus kõige tõhusamaks üksiku vörse meetod, kuna taimede kadu oli kõige madalam ning kasv suurim. Seemnete külvamine ei taganud aga sama häid tulemusi. Nad jaotati kahele piirkonnale: madalad ning sügavad(kaetud) alad. Esimese puhul esines väga suur seemnete kadu ning vähestest, mis alles jäid, kasvasid seemikud. Teise ala puhul olid tulemused natukene paremad. Kadu oli väiksem, seega seemikute esilekerkimine oli ligi kaks korda kõrgem. Seega saab oletada, et seemnete meetodi puhul on teine variant parem moodus saavutamaks häid tulemusi. Kõigi nende võtete kasutamine viib järeldesteni, milline neist viisidest võiks olla kõige efektiivsem meriheina taastamispraktikas Skandinaavias. (Eriander *et al.* 2016)

4.5. Täiskasvanud taimede istutamine

Uuring Männikjärve raba ja Irimaal Clara raba kohta näitas, et meetmed, mis võeti selle projekti raames kasutusse, ei pruugi iga kord õnnestuda. Kui vaadelda siirdatud turbasambla tükikeste suuruse põhjal saadud tulemusi, siis leiti, et kahe turbasambla liigi *S. fuscum* ja *S. rubellum* puhul mõjutas see faktor väga oluliselt liikide ellujäämist. Kolmanda sambla liigi *S. cuspidatum* puhul see mõju ei avaldanud. Männikjärve rabast saadud andmed kinnitavad seatud hüpoteesi, et suuremad sambla tükid tagavad liikide edukuse kontrollimaks hüdroloogiat veelgi suuremal määral kui muidu, Clara raba seda ei kinnitanud. Vaadeldes veetaset, siis leiti olemasolevatest liikidest tulenevaid erinevusi. *S. cuspidatum* ja *S. fuscum* liikide puhul muutus taimede levik, kuid *S. rubellum*'it see ei mõjutanud, erinevuse põhjuseks võib eelkõige olla liikide eri olemused ja kasvutingimused. *S. cuspidatum* taimed hävinesid kõige enam madala veetaseme korral, kuid *S. fuscum*'i kasvule oli see vastupidiselt kasulik. Aladele istutatud taimede kogused

esialgselt vähenesid ilmselt olemasoleva taimekatte domineerivuse tõttu, kuid peale esimest ja teist aastat need alad taastusid ning kolmandaks aastaks oli taimede levik ja kasv tõusnud. Võrreldes omavahel uuringus käsitletud kahte asupaika, Männikjärve ja Clara raba, siis tulemused näitasid, et esimese puhul olid istutatud taimed jätkusuutlikumad ja kogus ei vähenenud nii suurel määral, kui seda esines Clara rabas. (Robroek *et al.* 2009)

5. JÄRELDUSED JA SOOVITUSED

5.1. Vaadeldud projektide analüüs

Eelpool välja toodud ja kirjeldatud projektid said valitud viisil, et anda ülevaade erinevatest Euroopa piirkondadest (piirkond, kliima, taimkate jne) (Lisa 1) ning kasutatud oleks mitmeid erinevaid taastamismetoodikaid. Keskmeks olid just taimeliigid mitte kooslused, kuna liikide taastamisprojekte viiakse Euroopas läbi vähesel määral ning sooviks oli neid põhjalikumalt uurida ja analüüsida saadud tulemusi.

Nagu selgus, siis projektid võivad varieeruda väga suuresti oma ülesehituse, eesmärkide, meetodite ning samuti taastamist vajavate liikide päritolu poolest.

Rääkides projektide tulemuslikkusest, siis tuli välja, et kõrgete ja täielikult positiivsete tagajärgedega projekte üldiselt ei leidu, kuna alatihti kipuvad teatud plaanid või eesmärgid läbi kukkuma, olgu nende põhjustajateks siis ilmastik, teised taimed ja loomad või inimene. Selliseid juhuiseid oli pigem projektides, kus hinnati pinnase omadusi ja taheti analüüsida nende mõju kohalikele või taastatavatele taimedele. Samas võib väga mitme projekti puhul välja tuua, et saadud tulemused olid läbiviijate ootustest isegi positiivsemad, mis aitas jõuda seatud eesmärkidele lähemale.

Kõige levinumaks ja praktilisemaks meetodiks taastamisprojektide hulgas on seemnete või seemikute kasutamine. Analüüsitud projektide põhjal selgus, et sellise meetoodika kasutamine on väga ettearvamatut, kuna nende rakendamise puhul peavad olema tagatud vajalikud tingimused ning põhjalikult läbimõeldud meetoodika. Seemnete idanemist võivad takistada mitmed faktorid, nt loomad, tuul, valguse olemasolu ja muud kliimaatilised tingimused. Sama kehtib seemikute puhul. Samas kui kõik on põhjalikult läbi mõeldud ning segavad asjaolud eemaldatud, võib projekti saata suur edu ning liigi edukas taastasustamine. Antud uurimistöös olid sellisteks uuringuteks kaunist kuldkinga, meriheina ning harilikku käokanni hõlmanud projektid.

Üks kõige tulemuslikum ja teistsugusema metoodikaga oli pürenee ja kivitamme taastamisprojekt. Kasutatud meetmeks oli toetavate liikide (põõsaste) kasutamine, nende eesmärgiks oli tamme seemnete nõ kaitsmine ja varjamine erinevate ilmastikutingimuste (valgus, sademed) ning loomade eest. Projekt osutus oodatust positiivsemaks, just tänu istutatud põõsastele ning järeltuleks oli, et taoline uuring, kuhu kaasatakse lisaks toetavaid liike, on hea ülesehitusega ning üllatavalt tulemuslik.

Soovitusi, mida taastamisprojektide koostamisel meeles pidada, on välja toonud McKay *et al.* (2005). Esiteks oleks kõige olulisem taastamiseks vajaliku materjali ning taimeosade korjamine võimalikult uurimispiirkonnale lähedalt, kuna pikema vahemaa tulemusena võib populatsioonide vaheline erinevus olla liiga suur ja nad pruugi olla harjunud samasuguste keskkonnatingimustega. Sellise probleemiga oldi hädas käokanni hõlmanud projektis, kus avastati, et liigi kahe erineva paikkonna populatsioonide geneetikad olid liiga erisugused. Teiseks tuleks piisavalt täpselt kindlaks teha nii taastatava paiga kui ka taimematerjali korjatud alade ilmastiku- ja keskkonnatingimused, mille tulemusena pannakse paika piirkondade erinevused ning tehtavad järeltuleks. Kolmandaks oleks soovitatav määrata kindlaks taastatavate liikide aretamissüsteemid, kuna see võib osutuda väga oluliseks geenivoo määrajaks. Neljandana tuleks kinnistada liikide ploidsus, eesmärgiga vältida erinevate genotüüpide omavahelist segunemist. Viimasena soovitatavalt minimaliseerida alateadlikku valikut seemnete arvu suurendamisel.

Kui analüüsida antud uurimistöös kirjeldatud projekte, nende ülesehitust ning läbi viidud eksperimente, siis kindel soovitus oleks, et enne igat uuringut tuleb iga väiksemgi detail ja võimalikud tekkivad takistused selgeks teha ja paika panna, et projekti käigus ei oleks ettearvamatuid ja negatiivseid ilminguid. Võimalike negatiivsete faktorite jaoks tuleb paika panna sobivad lahendused, et need koheselt likvideerida.

KOKKUVÕTE

Bakalaureusetöö eesmärgiks oli välja tuua ja kirjeldada erinevaid taastamisprojekte, mis on Euroopas viimastel kümnenditel läbi viidud. Samuti teha saadud tulemustest kokkuvõtlik analüüs, mis annaks ülevaate kasutatud meetodikatest ja projektide lõpplikest tulemustest, mille põhjal hinnata taastamisvõtete tõhusust ja olulisust.

Kokku kirjeldati 8 taastamisprojekti, mis viidi läbi Euroopa eri riikides. Neis kasutatud taimeliigid olid:

1. *Cypripedium calceolus*. Kaunis kuldking - Suurbritannia
2. *Calluna vulgaris*. Kanarbik – Suurbritannia
3. *Epilobium dodonaei* Vill. Lõuna-põdrakanep – Serbia
4. *Quercus pyrenaica* ja *Quercus petraea*. Pürenee tamm ja kivitamm – Hispaania
5. *Lychnis flos-cuculi*. Harilik käokann – Šveits
6. *Sphagnum* liigid. Turbasammal – Eesti, Iirimaa
7. *Zostera marina* L. Pikk merihein – Rootsi
8. *Robinia pseudoacacia* L. Harilik robiinia – Kreeka

Ükski nimetatud projekt polnud täielikult ei positiivne ega negatiivne. Igas ühes neist leidis tagasilööke ning ebaõnnestumisi, mis avastati kas siis uuringute ja eksperimentide käigus või lõpplikke tulemusi analüüsides. Kõige parema ning samal ajal läbiviijate jaoks üllatavate tulemustega oli kahe tammeliigi (pürenee ja kivitamm) taastamist hõlmavas projektis kasutatud põõsaste kasulikkus, mis tagas väga head taastamistulemused.

Kokkuvõttlikult võib öelda, et kirjeldatud projektid olid suuremas osas positiivsete tulemustega. Leidus mõningasi ebaõnnestumisi, kuid need tagasilöögid aitasid teadlastel mõista, milliseid tingimusi ja lähenemisviise uuritavad liigid vajavad edasisteks taastamistöödeks.

KASUTATUD KIRJANDUS

Aavik, T., Edwards, P. J., Holderegger, R., Graf, R., Billeter, R. (2012). Genetic consequences of using seed mixtures in restoration: A case study of a wetland plant *Lychnis flos-cuculi*. – *Biological Conservation*. Vol. 145, No. 1, pp. 195-204.

Adams, M. J. (s. a.). *Zostera marina*: Common Eel-grass. - *Encyclopedia of Life* <http://eol.org/pages/1089042/overview> (09.05.2017)

Aradottir, A. L., Hagen, D. (2013). Chapter three – Ecological restoration: Approaches and impacts on vegetation, soils and society. – *Advances in Agronomy*. Vol. 120, pp. 173-222.

Bakker, J. P., Grootjans, A. P., Hermy, M., Poschlod, P. (2000). How to define targets for ecological restoration? – *Applied Vegetation Science*. Vol. 3, pp. 1-72.

Brooker, R. W. et al. (2008). Facilitation in plant communities: the past, the present, and the future. – *Journal of Ecology*. Vol. 96, No.1, pp. 18-34.

Brown, B. (2012). *Quercus pyrenaica*: Pyrenean Oak. – *Encyclopedia of Life* <http://eol.org/pages/1151335/overview> (09.05.2017)

Bäumler, B. (2007). *Epilobium dodonaei* Vill. <https://www.infoflora.ch/de/flora/1331-epilobium-dodonaei.html> (09.05.2017)

Cotterill, M. (s. a.). *Molinia caerulea* (Purple Moor-grass) <http://www.brc.ac.uk/plantatlas/index.php?q=plant/molinia-caerulea> (09.05.2017)

Cypripedium calceolus. (2002). Eesti Orhideekaitse klubi <http://www.orhidee.ee/index.php?id=22#> (09.05.2017)

D'Antonio, C. M., Chambers, J. C. (2006). Using ecological theory to manage or restore ecosystems affected by invasive plant species. - *Foundations of Restoration Ecology*. /Donald A. Falk, Margaret A. Palmer, Joy B. Zedler. Society for Ecological Restoration International. Washington. Island Press, pp. 260-279.

English - Estonian MT dictionary. (2017). Eesti Keele Instituut. <http://www.eki.ee/dict/ies/index.cgi> (04.01.2017)

Eriander, L., Infantes, E., Olofsson, M., Olsen, J. L., Moksnes, P. O. (2016). Assessing methods for restoration of eelgrass (*Zostera marina* L.) in a cold temperate region. - *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. Vol. 479, pp. 76-88.

Godefroid, S., Piazza, C. et al. (2011). How succesful are plant species reintroductions? – *Biological Conservation*. Vol. 144, No. 2, pp. 672-682.

- Gurevitch, J., Padilla, D. K.** (2004). Are invasive species a major cause of extinction? – *Trends in Ecology & Evolution*. Vol. 19, No. 9, pp. 470-474.
- Hagen, D.** (2003). Assisted recovery of disturbed arctic and alpine vegetation - an integrated approach. (Dr. Scient. Thesis). Faculty of Natural Sciences and Technology of Norwegian University. Trondheim.
- Haslam, J.** (s. a.). *Calluna vulgaris*. NC State Extension <https://plants.ces.ncsu.edu/plants/all/calluna-vulgaris/> (09.05.2017)
- Hobbs, R. J., Norton, D. A.** (1996). Towards a conceptual framework for restoration ecology. – *Restoration Ecology*. Vol. 4, No. 2, pp. 93-110.
- Kull, T.** (2005). Taimepopulatsiooni taastamisest. – *Eesti Loodusuurijate Seltsi Aastaraamat*. Vol. 83, lk 208-215.
- Lauber, K.** (2012). *Robinia pseudoacacia* L. Flora Helvetica <https://www.infoflora.ch/en/flora/1135-robinia-pseudoacacia.html> (09.05.2017)
- Lehmuskallio, J.** (s. a.). Ragged Robin <http://www.luontoportti.com/suomi/en/kukkakasvit/ragged-robin> (09.05.2017)
- Lesica, P., Allendorf, F. W.** (1999). Ecological Genetics and the Restoration of Plant Communities: Mix or Match? – *Restoration Ecology*. Vol. 7, No. 1, pp. 42-50.
- Linden, B.** (1980). Aseptic germination of seeds of Northern Terrestrial orchids. - *Annales Botanici Fennici*. Vol. 17, No. 2, pp. 174-182.
- Lüth, M.** (2004). *Sphagnum magellanicum* Brid. - Magellan's sphagnum https://plants.usda.gov/java/largeImage?imageID=spma70_001_ahp.jpg (09.05.2017)
- Maintaining a restoration project. (2001). Department of Conservation. <http://www.doc.govt.nz/about-us/science-publications/conservation-publications/protecting-and-restoring-our-natural-heritage-a-practical-guide/maintaining-a-restoration-project/> (18.04.2017)
- McKay, J. K., Christian, C. E., Harrison, S., Rice, K. J.** (2005). “How local is local?”—A review of practical and conceptual Issues in the genetics of restoration. – *Restoration Ecology*. Vol.13, No. 3, pp. 432-440.
- Milligan, A. L., Putwain, P. D., Cox, E. S., Ghorbani, J., Le Duc, M. G., Marrs, R. H.** (2004). Developing an integrated land management strategy for the restoration of moorland vegetation on *Molinia caerulea*-dominated vegetation for conservation purposes in upland Britain. – *Biological Conservation*. Vol. 119, No. 3, pp. 371-385.
- Mishra, G., Giri, K., Panday, S., Kumar, R., Bisht, N. S.** (2014). Bamboo: potential resource for eco-restoration of degraded lands. – *Journal of Biology and Earth Sciences*. Vol. 4, No. 2, pp. 130-136.
- Mondal, P.** (2016). Conservations of biodiversity: In-Situ conservation and Ex-Situ conservation. – *Your Article Library* <http://www.yourarticlelibrary.com/biodiversity/conservations-of-biodiversity-in-situ-conservation-and-ex-situ-conservation/30144/> (30.03.2017)

- Papaioannou, A., Chatzistathis, T., Papaioannou, E., Papadopoulos, G.** (2016). *Robinia pseudoacacia* as a valuable invasive species for the restoration of degraded croplands. – *CATENA*. Vol. 137, pp. 310-317.
- Pimm, L. S., Raven, P.** (2000). Biodiversity: Extinction by numbers. – *Nature*. Vol. 403, pp. 843-845.
- Quercus petraea*: sessile oak. (2017). Royal Horticultural Society <https://www.rhs.org.uk/Plants/14280/Quercus-petraea/Details> (09.05.2017)
- Ramsay, M. M., Stewart, J.** (1998). Re-establishment of the lady's slipper orchid (*Cypripedium calceolus* L.) in Britain. – *Botanical Journal of the Linnean Society*. Vol. 126, No. 1-2, pp. 173-181.
- Randelovic, D., Gajic, G., Mutic, J., Pavlovic, P., Mihailovic, N., Jovanovic, S.** (2016). Ecological potential of *Epilobium dodonaei* Vill. for restoration of metalliferous mine wastes. – *Ecological Engineering*. Vol. 95, pp. 800-810.
- Restoration Ecology. (2008). The Gale Encyclopedia of Science. <http://www.encyclopedia.com/literature-and-arts/biographies/historians-european-biographies/restoration-ecology> (16.02.2017)
- Robroek, B. J. M., Ruijven, J., Schouten, M. G. C., Breeuwer, A., Crushell, P. H., Berendse, F., Limpens, J.** (2009). *Sphagnum* re-introduction in degraded peatlands: The effects of aggregation, species identity and water table. – *Basic and Applied Ecology*. Vol. 10, No. 8, pp. 697-706.
- Rodriguez, L. F.** (2006). Can invasive species facilitate native species? Evidence of how, when, and why these impacts occur. – *Biological Invasions*. Vol. 8, pp. 927-939.
- Rogstad, S. H., Pelikan, S.** (2013). Plant species restoration: effects of different founding patterns on sustaining future population size and genetic diversity. – *Sustainability*. Vol. 5, No. 3, pp. 1304-1316.
- Suding, K. N.** (2011). Toward an era of restoration in ecology: successes, failures, and opportunities ahead. - *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. Vol. 42, pp. 465-487.
- The Extinction Crisis. (2008). Center of Biological Diversity. http://www.biologicaldiversity.org/programs/biodiversity/elements_of_biodiversity/extinction_crisis/ (06.03.2017)
- Tolvanen, A., Aronson, J.** (2016). Ecological restoration, ecosystem services, and land use: a European perspective. – *Ecology and Society*. Vol. 21, No. 4.
- Torroba-Balmori, P., Zaldivar, P., Alday, J. G., Fernandez- Santos, B., Martinez- Ruiz, C.** (2015). Recovering *Quercus* species on reclaimed coal wastes using native shrubs as restoration nurse plants. – *Ecological Engineering*. Vol. 77, pp. 146-153.

PLANT POPULATIONS RESTORATION PRACTICE IN EUROPE

SUMMARY

The aim of this Bachelor's Thesis was to identify and describe various plant population restoration projects carried out in Europe in recent decades. Also the goal was to make a summary of obtained results and then analyse them. These actions would provide an overview of the used methodologies and the final results of described projects by which to evaluate the effectiveness and significance of restoration methods and measures.

Throughout the thesis there was 8 projects described that were carried out in various European countries. The species used and observed were:

1. *Cypripedium calceolus* – United Kingdom
2. *Calluna vulgaris* – United Kingdom
3. *Epilobium dodonaei* Vill – Serbia
4. *Quercus pyrenaica* and *Quercus petraea* – Spain
5. *Lychnis flos-cuculi* – Switzerland
6. *Sphagnum* species – Estonia, Ireland
7. *Zostera marina* L – Sweden
8. *Robinia pseudoacacia* L – Greece

None of the projects analysed were not fully positive nor negative. In each of them, there were one or several setbacks and failures, which were either discovered in the course of the tests and experiments or by analysing the final results. The most successful among these eight projects was probably restoration of oak species which was even surprising for the researchers themselves. This project involved native shrubs as nursing species for oak seeds, which ensured very good results.

In summary, most of these projects turned out to be quite successful with few setbacks but in general they helped the organizers to realise what conditions and approaches these certain species need for further successful restoration.

LISAD

Lisa 1. Kaart taastamisprojektide asukohtadest

(Autori koostatud; ArcGIS Online)



**Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks
ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, Kadi Väli,

(sünnipäev 15/08/1995; 49508150021)

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö
„Taimepopulatsioonide taastamispraktika Euroopas“,

mille juhendaja on Tiiu Kull,

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega
isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

allkiri

Tartu, 2017

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)